

## 中学生を対象とした遺伝子組み換え実験講座の実施成果報告

高山 勝己\*、川村 敏之、片岡 裕一、野村 栄市、上嶋 晃智、吉村 忠与志  
福井工業高等専門学校物質工学科 (〒916-8507 福井県鯖江市下司町)

\*takayama@fukui-nct.ac.jp

### Report of Regional Activity for Life Science Education Targeting Junior High School Students

Katsumi TAKAYAMA\*, Toshiyuki Kawamura, Yuichi KATAOKA,  
Eiichi NOMURA, Akinori UEJIMA and Tadayosi Yoshimura

Department of Chemistry & Biology Engineering, Fukui National College of Technology  
(Geshi-cho, Sabae-shi, Fukui 916-8507, Japan)

(Received April 29; Accepted May 24, 2010)

#### Abstract

This paper outlines a biological education activity as a regional contribution of the Department of Chemistry and Biology Engineering of the Fukui National College of Technology. A summer lecture, entitled "Basic gene recombination experiment course for junior high school students," was presented by the Japan Science and Technology Agency (JST). The program consisted of a lecture on genetics and biotechnology, including information regarding a polymerase chain reaction (PCR); in addition, an experiment involving the amplification of the alcohol degradation gene (ALDH2) was performed. The objective of this project was to improve the students' understanding of genetics. Ninety percent of students answering questionnaires indicated that they enjoyed the lecture and that, as a result of it, they were motivated to study life science in the future.

**Keywords:** Science partnership program, genetic engineering experiment, regional contribution

#### 1. はじめに

大学、高専をはじめとした多くの研究・教育機関が主催する科学実験講座が毎年全国各地で実施されている。福井高専もこの例外に漏れず、福井高専公開講座という名目で、福井県下の小中学生を対象とした実験講座を毎年行っている [1, 2]。

数学や物理などの基礎教科から、電気、情報、機械、化学、生物と内容は多分野に及んでいる。昨年度、福井高専物質工学科では、これらの通常の公開講座に加えて、科学技術振興機構が支援する教育連携活動 (SPP) の助成を得て、遺伝子組換えに関する中学生向けの体験型講座を実施したので紹介する。

## 2. 実施内容について

21年度のSPPの応募申請は2月に行われた。そして採択の通知が3月中旬にあったので、これを受けて、福井高専近隣（丹南地区）の5つの中学校に、遺伝子組み換えの理解を深めてもらうための実験講座を、可能ならば夏季期間中（8月）に実施したいこと、各中学校あたり5名程度の参加者を確保したいという要望を電話で中学校の理科教員宛に行った。ちなみに、SPPは少なくとも20名程度の参加者が望ましいとあるので、夏休み期間での開催といっても、クラブ活動（対抗試合）や補習などで忙しい中学生を募るのは簡単な様で難しい。そういうわけで、正式な参加者の決定や、日程の調整に少なくとも2～3ヶ月程は必要とする。

最終的に3つの中学校から総計15名の生徒と教員5名の参加を得ることができ、8月28日（9時から17時まで）に実施した。実施スケジュールを以下に示した。

### 午前のスケジュール

- 1) 細胞とDNAの構造（講義）
- 2) 遺伝子と遺伝のしくみ（講義）
- 3) アルコールパッチテスト

### 午後のスケジュール

- 1) PCR技術の説明（講義）
- 2) アルコール耐性関連遺伝子の増幅
- 3) 実験のまとめと報告会
- 4) 事後アンケート調査

午前中は、細胞の構造説明からはじめた。動物細胞の断面模式図を示して、各細胞小器官の役割を解説した。小さな核の中に、1.8mに及ぶDNAの鎖がどのように収納されているのかについて解説した。さらに細胞やDNA分子の構造そ

して遺伝のしくみを、市販のビデオソフト[3]とDNA立体模型を併用しながら説明した。遺伝子の塩基に変異がおこると、生命の機能に重大な影響を及ぼしかねる事を、直感的に理解してもらうため、通常塩基3文字コドンとアミノ酸との対応関係（コドン表）を示す代わりに、日本語の50音との対応関係に置き換えた表を用いて解説する方法を採用した（詳細は書籍を参照されたい）[4]。これにより、生徒たちのコドン表に対する親近感を得ることができた。全体の講義風景の一コマを図1に示した。ホワイトボード右奥に立てかけてあるのが日本語コドン表である。



図1 講義風景の1コマ(遺伝子模型を用いてDNA構造について説明を行っているところ)

この後、午後のアルコール耐性遺伝子に関する実験に移行するための導入として、アルコール耐性に対するメンデルの遺伝の法則の適用について考えた。父親と母親が、アルコールを飲む遺伝子と飲めない遺伝子を一組ずつもっていると仮定した場合、子供にはどのような形質遺伝のパターンがありうるのかについて考えてもらった。続けて、実際にアルコールに耐性があるのかないのか、簡易的にわかるパッチ試験（ア

ルコールで湿らせた絆創膏を腕にはってもら  
う)を各自に体験してもらい、どうなったかを  
記録してもらった。

午後は、本講座で実験の目玉となる手段であ  
る PCR の原理について説明した。また、アルコ  
ール耐性にかかわるアルデヒドデヒドロゲナー  
ゼ遺伝子 (ALDH2) の正体と、アミノ酸の一箇所  
の変異 (一塩基変異) によってアルコールに耐  
性がなくなってしまう事実について解説した。

この講義は、中学生には、多少難解のよう  
であったが、PCR は、実験者が意図した任意の条件  
で、特殊な釣り針 (プライマー) の存在下にお  
いて反応サイクルを  $n$  回繰り返すことで、特定  
の遺伝子領域を  $2^n$  まで増幅できる方法である  
ということのポイントとして押さえてもらった。

そして、実験では、各自の髪の毛 (毛根部) を  
使って、各自が持っている ALDH2 遺伝子の一部  
を、PCR を用いて増幅し、ALDH2 遺伝子に変異が  
あるかないかを確認することにより、アルコ  
ールに対する耐性の有無を判断する実験である  
ことを説明した (また、遺伝子レベルでの個人情  
報の取得になるので、各人にその了解を得た)。

図 2 は毛根から DNA を抽出してもらっている  
様子である。この後、教員による PCR 工程に移  
り、PCR にかかる反応時間を利用して、反応の原  
理の復習と予想される結果について説明した。

最後に PCR 反応液を電気泳動装置にて分離し  
た。図 3 は、ゲルに PCR 後のサンプル液を注入  
している様子である。

どの工程も、中学生にとっては経験したこと  
のないことばかりのようで、互いに議論しなが  
ら、楽しみながら真剣に取り組んでくれた。な  
お、薬品の添加や、取り扱いが難しい機器の操  
作は、アシスタントの学生 (TA) あるいは教員  
がサポートした。

電気泳動後、ゲルの染色を行い (発ガン物質

を取り扱うので TA または教員が実施)、紫外線  
を照射し、観察されたバンドのパターンから、  
各自の遺伝子レベルでのアルコール耐性の判断  
を行ってもらい、午前中に行ったパッチ試験と  
の対応を考えてもらった。



図 2 実験の1コマ(髪の毛から DNA を抽出するた  
めに必要な試薬を添加しているところ)



図 3 実験の1コマ(電気泳動を行うためゲルに  
PCR したあとの反応液をウエルに注入してい  
るところ)

### 3. アンケート調査に基づいた実施成果について

講座の終了時に JST が作成したアンケート調  
査を行ったので、その集計結果について述べる。

図 4 に示したように、“今回の SPP 講座は面白

かったですか”という率直な問いに対して、9割の参加生徒が“面白かった”あるいは“どちらかといえば面白かった”と回答してくれた。また、図5に示すように、“講座の内容を理解できましたか”という問いに対しても、75%の生徒が“理解できた”または“どちらかといえば理解できた”と回答し、中学生に楽しく遺伝子関連の技術の一端を体験してもらおうという目的は達成できたといえる。

一方、図6,7に示すように、“積極的に話し合いに参加する力を学べたと思いますか”という問いと、“観察・実験の結果について説明をし、レポートを作成する方法や力を学べましたか”という問いに対しては、共に4割程度の生徒が“そう思わない”、あるいは、“そんな場面がなかった”と回答した。これらの調査項目は、JSTが全てのSPP企画に対して、“講座は、参加者が受身ではなく、常に自ら考え、発案して行うことが望ましい”と定めているためで、その効果を評価するために設けたものである。これらの目的が充分達成できなかつたのは、1日（正味8時間程度）という限られた時間内に、遺伝子に関する入門講義にはじまり、遺伝子抽出と増幅、電気泳動操作まで、多くのことを一度に実施したために、実験操作や結果の整理・考察の時間に十分な余裕を設けることができなかつたためだと考えている。

図8,9に示すように、“講座に参加して、科学技術に対する興味・関心が増加しましたか”という問いと、“将来科学を必要とする職業につきたいと思うようになりましたか”という問いに対しては、7~8割の生徒が肯定的回答をしており、参加した生徒が、科学技術（遺伝子組換え技術）に対して強い関心を持つようになり、将来、遺伝子組み換えに関連する分野を目指すきっかけになったことを示し

ている。

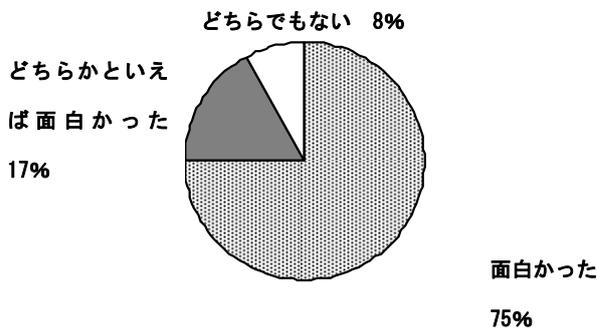


図4 今回のSPP講座は面白かったか？

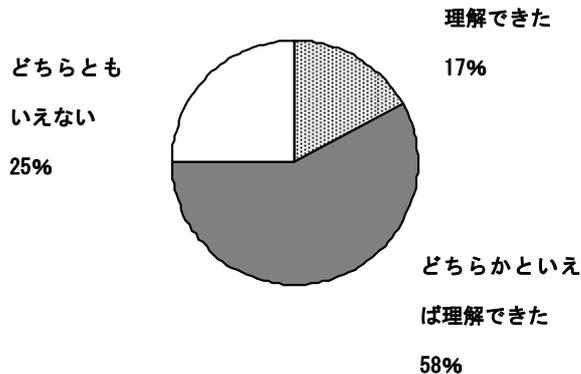


図5 今回の講座の内容を理解できましたか？

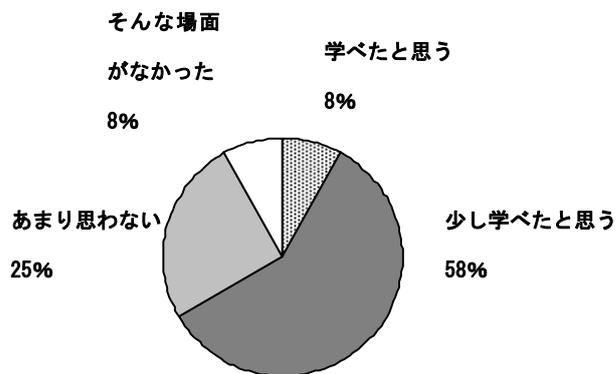


図6 積極的に話し合いに参加する力を学べたと思うか？

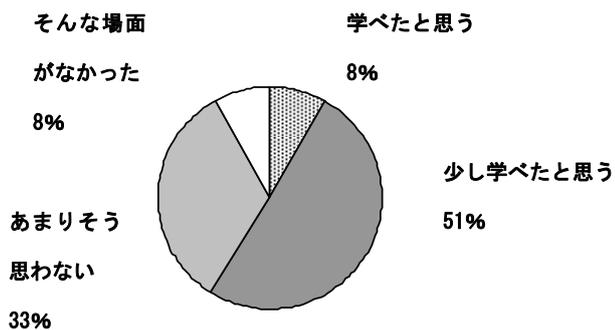


図7 観察・実験の結果について説明し、レポートを作成する方法や力を学べたか？

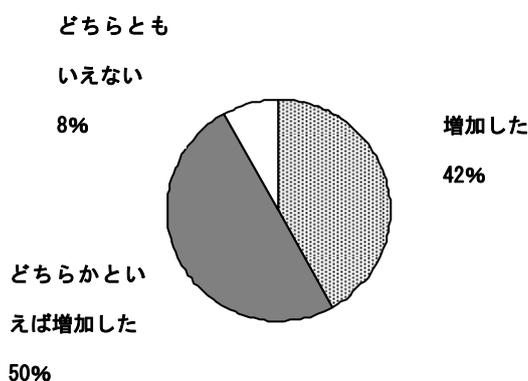


図8 講座に参加して、科学技術に対する興味・関心が増加したか？

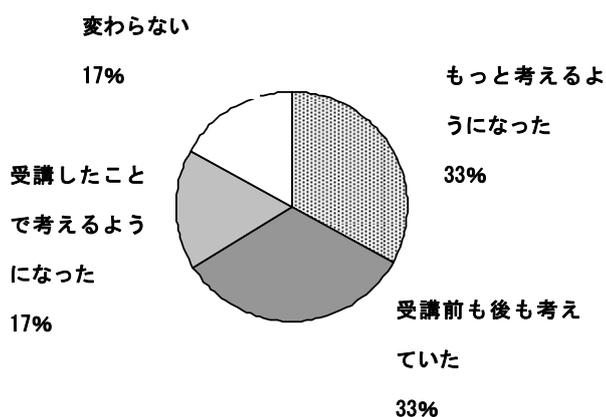


図9 今回のSPP参加を通して、将来科学を必要とする職業に尽きたいと思うようになったか？

### おわりに

我々は、過去数年間にわたり、生物や化学をテーマにした SPP 講座を実施してきた。小・中学生を対象とするとき、特に問題になるのは、いかに専門用語を用いずに、短時間で分かりやすい講義をし、実験操作も手の器用さなどで個人差が生まれるような箇所は、TA や教員が行うか、横について失敗がないようサポートする等の配慮が必要である。これを行わないと、最後の段階で実験が失敗に終わったときの生徒たちの落胆は大きい。科学に対する啓蒙教育を目的とするならば失敗は絶対に好ましくない。

いずれの講座でも感じることであるが、参加する小・中学生のサイエンスに対する好奇心は、極めて純粋で旺盛といえる。我々が行った企画のいくつかに対する成果については、冒頭で紹介した 2 つの論文で紹介している。興味のある方は参照いただければ幸いである。

### 謝辞

本講座は、独立行政法人科学技術振興機構の平成 20 年度「サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト事業」講座型学習活動（プラン A）の支援を受けて実施されたものである。

### 参考文献

- 1) 高山勝己, 片岡裕一, 野村栄市, 吉村忠与志, 技術・教育研究論文誌, 15, 31-36 (2008)
- 2) 高山勝己, 片岡裕一, 野村栄市, 加藤敏, 上島晃智, 吉村忠与志, 技術・教育研究論文誌, 15, 51-54 (2008)
- 3) 工藤光子, 中村圭子著, みてわかる DNA のしくみ, ブルーバックス, 講談社
- 4) 榊佳之著, 遺伝子小学生講座, NHK「課外授業ようこそ先輩」製作グループ+KTC 中央出版編